

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59-132389

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 21 C 3/28

識別記号

庁内整理番号  
7808-2G

⑬ 公開 昭和59年(1984)7月30日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 燃料集合体

川崎市川崎区浮島町4番1号日  
本原子力事業株式会社研究所内

⑮ 特 願 昭58-5929  
⑯ 出 願 昭58(1983)1月19日  
⑰ 発 明 者 岡宅泰邦

⑱ 出 願 人 日本原子力事業株式会社  
東京都港区三田三丁目13番12号  
⑲ 代 理 人 弁理士 山内梅雄

明 細 書

1. 発明の名称

燃料集合体

2. 特許請求の範囲

1. 内部に核分裂性物質が充填された複数の燃料棒と、同じく内部に核分裂性物質と可燃性露物とが充填された複数の燃料棒とをそれらの規則的な配列によって構成される束の横断面が全体として四角形状になるように配置し、これらの四角形の角の部分に位置する燃料棒に装填されるベレットに、その外径の1/2から1/3の直径の中空部を有する中空ベレットを用いたことを特徴とする燃料集合体。

2. 角の部分に配置される燃料棒に隣接する燃料棒に装填されるベレットに、その外径の1/3から1/4の直径の中空部を有する中空ベレットを用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の燃料集合体。

3. 角の部分またはこれに隣接する部分以外に配置される可燃性露物が充填された燃料棒に装填

されるベレットに、その外径の1/3から1/4の直径の中空部を有する中空ベレットを用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の燃料集合体。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は沸騰水型原子炉に装荷される燃料集合体に関する。

〔発明の技術的背景〕

沸騰水型原子炉の炉心には、核燃料として多数の燃料集合体が装荷されている。

第1図は燃料集合体を取付けたものである。燃料集合体は四角柱状のチャンネルボックス11内に複数の燃料棒12をスペーサ13によって規則的に配列したもので、チャンネルボックス11の下部には下部タイプレート14が、また上部には把手15を有する上部タイプレート16がそれぞれ燃料棒12を上下両方向から支持するために取り付けられている。

第2図は燃料棒の構造を要したもので、上部

端栓17と下部端栓18によって両端を密封された燃料被覆管19内には短円柱状の燃料ペレット21が多数装填されている。燃料棒12にはウランの濃縮度が異なるペレットを用いた複数の種類が用意されており、これらを第1図に示したチャンネルボックス11内に予め定められたとおりに配置し、燃焼初期における燃料集合体の局所出力ピーキングを低く抑えるようになっている。

第3図は従来の燃料集合体におけるこのような燃料棒の配置を表わしたものである。制御棒のブレード23に壁面を間接して配置されたチャンネルボックス11内には、62本の燃料棒12とX印で表わした2本のウォータロッド24が8行8列に配置されている。燃料棒12のうち符号1で示したものは最高濃縮度燃料棒、符号2で示したものは高濃縮度燃料棒、符号3および4で示したものは中間濃縮度燃料棒、符号5で示したものは低濃縮度燃料棒、角部に配置された符号6で示したものは最低濃縮度燃料棒、符号7で示したものは可燃性毒物であるガドリニアの濃度が1~8%

れていた。

#### 【背景技術の問題点】

ところがこのように濃縮度の異なる多数の燃料棒を使用すると、燃料棒の製造がそれだけ複雑となるばかりでなく、各濃縮度のウランを管理する必要があり、燃料棒のコスト高を招く原因となった。また燃料棒を誤った位置に配置する確率もそれだけ高いものとなった。燃料棒を誤った位置に配置すると、炉心内に装荷したときの局所出力ピーキングを過度に大きくし、燃料の温度を異常に高める危険性がある。

#### 【発明の目的】

本発明はこのような事情に鑑み、ただ一種類の濃縮度のウランを用いても局所出力ピーキングを満足できる程度に平坦化させることのできる燃料集合体を提供することをその目的とする。

#### 【目的を達成するための手段】

本発明では燃料集合体の角部に、中空ペレットを装填した燃料棒を配置する。この中空ペレットは他のペレットと濃縮度が等しく、外径の1/2

のガドリニア入り燃料棒である。

第4図はこのような6種類の異なるウラン濃縮度の燃料棒を用いた燃料集合体の局所出力ピーキングと燃焼度の関係を表わしたものである。燃料集合体では熱中性子束がその外周に近づくほど大きくなり、中央部では最も小さい。従って燃料集合体外周部（特に四隅の部分）ではウラン濃縮度の低い燃料棒を配置し、燃焼初期（0~5 Gwd/st）における局所出力を抑えている。この燃焼初期では、符号7で示した燃料棒におけるガドリニアの燃焼が進捗しておらず、中央部にウラン濃縮度の高い燃料棒を配置してもこれらは高い出力を示さない。

燃焼中期以降では、ガドリニアの燃焼が進むと共に燃料集合体中央部に熱中性子が入り易くなる。これと共に、中央部に配置された高濃縮度の燃料棒の外周部の燃料棒に対する比出力が増大し、局所出力ピーキングはほぼ平坦化された特性を示す。このように従来では濃縮度の異なる6種類の燃料棒を用いることで、局所出力分布の平坦化が図ら

から1/3の直径の中空部が設けられている。これにより燃料集合体における各燃料棒の出力の調整が可能となり、前記した目的が達成される。

以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

#### 【実施例】

第5図は本実施例の燃料集合体における燃料棒の配置を表わしたものである。第3図に示した従来例と同様に、チャンネルボックス11内には62本の燃料棒12と2本のウォータロッド24が8行8列に配置されている。燃料棒12のうち符号31で示したものは、従来と同一の燃料ペレットを装填している。また符号32~34で示したものは、いずれも中空ペレットを装填した燃料棒である。ここで中空ペレットとは第6図に示すように筒状に形成されたペレットをいう。符号32および33で示した燃料棒には、中空の直径D<sub>1</sub>が外径D<sub>2</sub>の2/7となったペレットが装填されている。このうち符号32で示した燃料棒のペレットには可燃性毒物であるガドリニアが含まれており、符号33で示した燃料棒のペレット

にはこのような母物が含まれていない。符号34で示した燃料棒には、直径 $D_1$ が外径 $D_2$ の $2/5$ で、かつ可燃性母物の含まれていない中空ペレットが装填されている。各燃料棒31~34を構成するペレットのウラン重量率( $W/O$ )はすべて同一となっている。すなわちウラン燃料棒の種類は第3図に示した従来の6種類から3種類に減少し、しかもペレットを製造するために必要な濃縮ウランは6種類から1種類に減少している。

第7図に実線で示した曲線36は、この燃料集合体における局所出力ピーキングと燃焼度の関係を表わしたものである。燃焼初期は、燃料集合体の外周部において局所出力がピークを示す。燃料集合体の角の部分には中空部の径が比較的大きな中空ペレットを装填した燃料棒が配置されており、更に中空部が比較的小さな径の中空ペレットを装填した燃料棒がこれと隣接して配置されている。これらの燃料棒によって燃料集合体の四隅の部分における局所出力が抑えられ、局所出力ピーキング係数は燃焼開始時に約1.35となる。この値

は第4図に示した従来のそれに比べると約13%大きい。しかしながらこれら四隅の部分における燃料の温度は従来のものよりも少し低下する。従来これらの部分に用いられたペレットは、その中空部まで濃縮ウランが存在した。従ってこの中心部分で温度が最も高くなったが、中空ペレットは中空部の存在により温度の過度な上昇が阻止されるためである。

燃焼が進むにつれて、本実施例の燃料集合体の局所出力ピーキングは単調に減少していく。このことは、燃料被覆管の強度が低下する高燃焼度時点、すなわち燃焼末期において、燃料棒の局所出力を低く抑えることができることを意味する。このような燃料集合体は、燃料健全性を大幅に向上させることができる。

第7図に鎖線で示した2つの曲線37、38は、角部の燃料棒における中空ペレットの中空部の径を変化させた場合を表わしたものである。このうち1点鎖線で示した曲線37は、中空ペレットの中空部の直径を外径の $1/3$ に設定している。こ

のように中空部を小さくすると、燃焼初期における燃料集合体外周部の局所出力が増大し、また燃料の温度も上昇する。中空部の直径がペレットの外径の $1/3$ のとき、燃料の温度は従来とほぼ同一となる。すなわち、これよりも中空部が小さい中空ペレットを用いることは、燃料健全性を劣化させることになる。

一方、中空ペレットの中空部の直径を大きくしていくと、燃焼初期における燃料集合体外周部の局所出力が減少する。しかしながら燃焼中期以降に燃料集合体の中央部付近の局所出力が増加し、燃料温度が上昇する傾向を示すことになる。2点鎖線で示した曲線38は、中空ペレットの中空部の直径を外径の $1/2$ に設定した場合を表わしたものである。これよりも中空部の直径が大きくなると、同様に燃料健全性を劣化させることになる。

以上より、角部に配置される燃料棒に装填される中空ペレットの中空部の直径は、外径に対して $1/3$ から $1/2$ の範囲に設定されることが好ましい。もちろんこの角部あるいは他の部分に配置

される燃料棒に装填される中空ペレットの中空部分に、母物とならずしかも熱伝導率の良い物質を装填することは自由である。これにより中空部の直径の許容範囲が多少変動する場合があることも当然である。装填する物質としては、天然ウラン、劣化ウランあるいはトリウム等を挙げることができる。

なお実施例では各ペレットを構成する濃縮ウランの重量率をすべて同一なものとして説明したが、複数の濃縮度のウランを用いてペレットを構成することも自由である。

#### 【発明の効果】

このように本発明によれば、燃料集合体の一部に中空ペレットを装填した燃料棒を用いたので、燃焼の進んだ段階で従来よりも局所出力ピーキングを低下させることができ、燃料健全性を向上させることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は燃料集合体の一部を切取した状態で表わした斜視図、第2図は燃料棒の一部断面図、第

3図は従来の燃料棒の横断面図、第4図はこの従来の燃料棒における局所出力ピーキング係数と燃焼度の関係を表わした特性図、第5図は本発明の一実施例における燃料棒の横断面図、第6図は中空ペレットの外観図、第7図は中空ペレットを用いた燃料棒における局所出力ピーキング係数と燃焼度の関係を表わした特性図である。

1 2 ……燃料棒

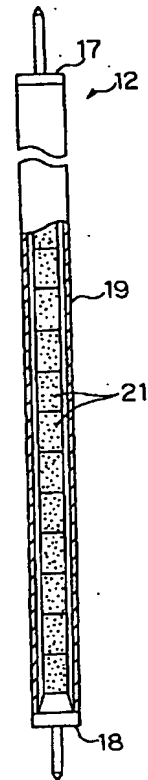
出 願 人

日本原子力事業株式会社

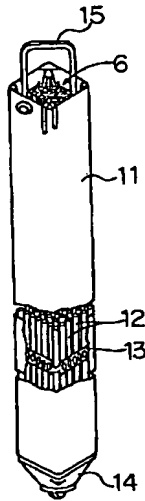
代 理 人

弁理士 山 内 梅 雄

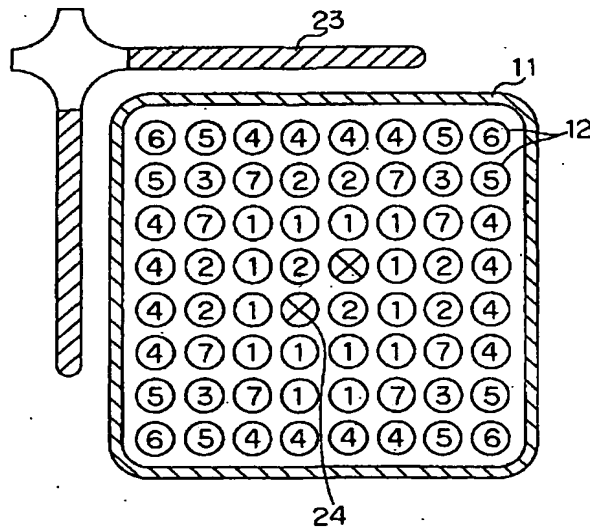
第 2 図



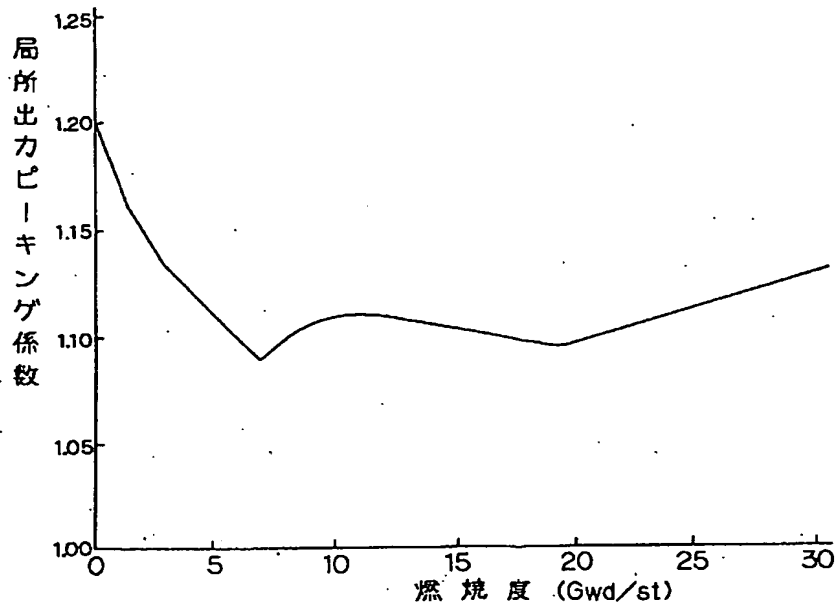
第 1 図



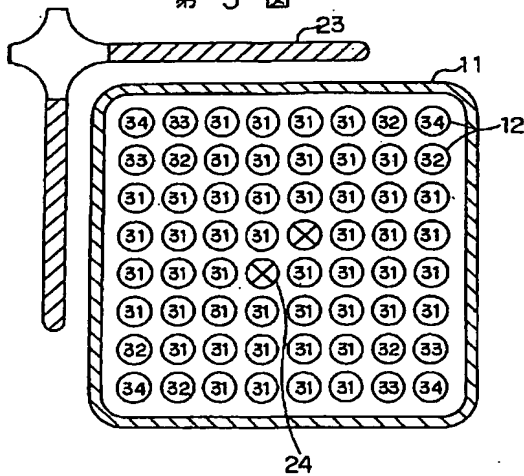
第 3 図



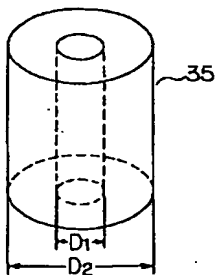
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

